DUPLICATE Dalhousie Medical Library

Aus der Prothetischen Abteilung (Leiter: Privatdozent Professor Dr. med. dent. H. Türkheim) des Zahnärztlichen Instituts der Hamburger Universität (Direktor: Professor Dr. med. dent. et phil. G. Fischer)

Untersuchungen
über die
Haltbarkeit von Wurzelstiften in Wurzelkanälen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

vorgelegt von

Zahnarzt **Hans Eitzen**, Hamburg.

1931
GEDRUCKT BEI SCHRÖDER & JEVE, HAMBURG.

Referent:
Prof. Dr. Fischer.

Durch Anfertigung von Stiftzähnen stellt man in der Zahnheilkunde die Kaufähigkeit eines Gebisses wieder her, wenn bei einem Zahn ein gewisser Grad der Zerstörung überschritten ist. Ueber die Geschichte der Stiftzähne führt George Evans in seinem Werk über Kronen- und Brückenarbeiten aus:

> „Die Richmond-Krone bestand ursprünglich aus einer Kappe für die Wurzel, die von einem Goldring mit Platindeckel gebildet wurde und woran ein Zahn mit einem Loch zwischen den Crampons angelötet war. Durch dieses Loch in der Mitte der Kappe ging eine Schraube, die in einen im Wurzelkanal eingeschraubten und -zementierten Zylinder paßte. Die jetzt allgemein gebräuchliche Form der Goldringkronen ist im Prinzip dasselbe wie der sogenannte Goldstiftzahn, nur daß hier noch ein Goldring für die Wurzel vorhanden ist und die Krone mit Oxyphosphat einzementiert wird. Die Verbesserungen erhöhen ihren Wert wesentlich und verändern ihren Aufbau beträchtlich."

Man verlangt von einem solchen Ersatz Festigkeit, Haltbarkeit, gutes Artikulieren mit den anderen Zähnen des Gebisses, Kontaktpunkte, außerdem, daß der Ring den Wurzelstumpf fest umschließt, daß er unter das Zahnfleisch reicht, um zu verhindern, daß sich Speisereste zwischen Stumpf und Ring festsetzen und eine neuerliche Caries vorbereiten. Der Stiftzahn wird gehalten:

1. rein mechanisch, dadurch, daß die Kappe fest am Stumpf anliegt und der Stift im Wurzel-Kanal die Kanalwand berührt,
2. durch Befestigen des Stiftes im Kanal mittels Zement.

Bei der Präparation eines Wurzelstumpfes für einen Stiftzahn ist folgendes zu beachten: Bevor man an die Präparation herangeht, untersucht man genau die Wurzel, den Wurzel-Kanal und den Biß. Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung können wir uns erst entscheiden, welche Art von Ersatz in Frage kommt.

> „Je nachdem, haben wir mit einer gesunden und kräftigen Wurzel zu rechnen, so wird die einfache Stiftbefestigung, wie sie bei Porzellan-Kronen oder den einfachen Stiftzähnen in Anwendung kommt, ausreichen, oder wir müssen infolge zu schwacher Wurzel-Verhältnisse zur Richmond-Krone greifen, und falls auch diese aus bestimmten Gründen nicht mehr anwendbar ist, zum sogenannten Inlay-Stiftzahn übergehen." (Fritsch).

Allerdings spielt hier wohl auch das finanzielle Moment, gerade in der heutigen Zeit, eine große Rolle, da es nicht jeder Patient ermöglichen kann, sich eine Richmond-Krone anfertigen zu lassen, sondern sich mit einer Logan-Krone zufrieden geben muß, die doch bedeutend weniger Arbeit verursacht als ein Ringstiftzahn.

Die Krone wird labial bis unter die Gingiva abgeschliffen, da unterhalb der Facette das sichtbare Gold stören würde. Palatinal kann der Kronenrest in die Mundhöhle hineinragen, damit der Ring und somit der ganze Stiftzahn selbst mehr Halt bekommt. Der Ring darf auch nicht zu tief unter die Gingiva reichen, da sonst das ligamentum circulare zerstört würde und es dadurch leicht zu Paradentose-Erscheinungen kommen könnte. Der Ring darf nicht aus zu dickem Gold bestehen. Müller verlangt:

> „daß zu Wurzelringen kein stärkeres als 0,15—0,20 mm dickes Metall verwendet werden sollte. Erstens läßt sich ein Wurzelband in dieser Stärke der Wurzel besser anschmiegen, und zweitens gleitet es fast messerscharf schneidend, weit weniger schmerzend, unters Zahnfleisch als ein Band von 0,3, ja sogar 0,4 mm Dicke, wie solche oft ganz zwecklos Verwendung finden."

Besondere Beachtung verdient auch die Präparation des Wurzel-Kanals, der zur Aufnahme des Stiftes dienen soll. Nach Grawinkel:

> „soll das Ausbohren mittels Bohrer sehr behutsam und ohne Anwendung von Druck geschehen, da eine Perforation der Wurzel nicht wieder gutzumachen ist und meistens die Extraktion derselben erfordert. Da sich als sicherer Vorbote des Verbohrens eine rasch zunehmende Empfindlichkeit einstellt, so ist in solchen Fällen das Bohren sofort einzustellen. Für die Länge und Stärke der Stifte läßt sich natürlich keine Norm angeben, da für beide

die Massenverhältnisse der Wurzel allein maßgebend sind, doch soll der Mindestdurchmesser des Stiftes ca. 1,5 mm bei einer Länge von 0,7 mm betragen. Kann man Durchmesser und Länge des Stiftes vergrößern, so bedeutet dies einen sehr großen Vorteil."

Bei der Anfertigung eines Kronen-Ersatzes muß man natürlich auf die Kosmetik gebührende Rücksicht nehmen. Daher werden im Frontzahngebiet die Ringstiftzähne den Bandkronen vorgezogen, die letzteren sind auch nur möglich, wenn noch ein Teil der Krone steht, der dem Ersatz den genügenden Halt gewährt, während für den Stiftzahn nur die Wurzel genügt. Da der Stift einer großen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, muß er eine genügende Länge und Stärke haben, muß die ihn umgebende Wurzel eine bedeutende Widerstandskraft haben. Es kommen deshalb für diesen Ersatz in erster Linie Zähne mit starken Wurzeln in Frage, wie sie die mittleren Schneide- und Eckzähne haben.

Es wurden von mir Versuche angestellt mit dem Endziel, zu erfahren, welche Form von Wurzelstiften den Lockerungs-Bestrebungen im Munde, die teils von der Zunge ausgehen, teils durch die Kaubewegungen bewirkt werden, den größten Widerstand entgegenzusetzen vermag. Als Versuchs-Objekte wurden Nickelin-Stifte, wie sie zur Befestigung von Logankronen üblich sind, verwendet. Die Versuche wurden an fünf verschieden geformten Stiften durchgeführt:

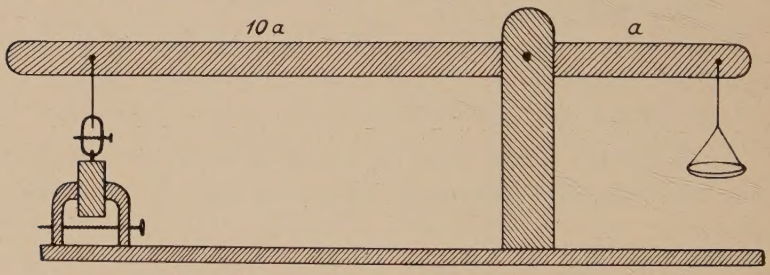
1. Stifte mit Gewinde,
2. am Stift sind mehrere Rillen angebracht,
3. runde und glatte Stifte,
4. längs des Stiftes befinden sich kleine Scheiben in Form von Ausbuchtungen,
5. vierkantige und glatte Stifte.

Im Folgenden wurde versucht, zuerst die nicht einzementierten Stifte, dann die einzementierten Stifte aus dem Wurzelkanal zu entfernen.

Versuchs-Anordnung I.

Um eine möglichst große Kraft mit relativ geringer Belastung zu ermöglichen, wurde ein fünfzig Zentimeter langer Metallstab als zweiarmiger Hebel so konstruiert, daß sich seine beiden Armlängen wie eins zu zehn verhielten, also nach dem Prinzip der Dezimal-

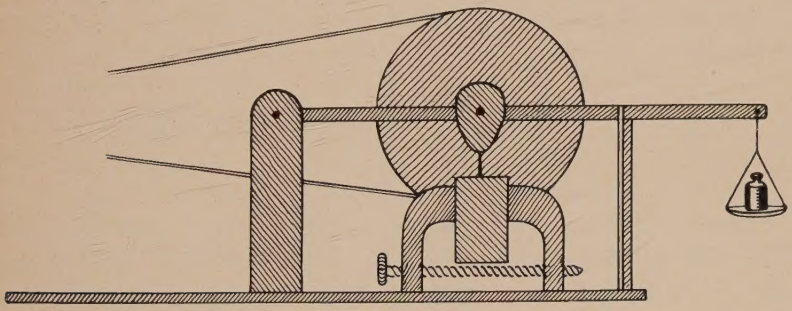
waage. Die Zugkraft auf der rechten kürzeren Seite wurde durch gleichmäßige Steigerung der Belastung auf der linken längeren Seite vermehrt. Zum Befestigen des jeweils zu prüfenden Gegenstandes wurde senkrecht unter dem Angriffs-Punkt des kurzen Hebels eine Klemmschraube montiert. Da die Wurzel einer größeren Zugkraft oder einer etwas von der Senkrechten abweichenden Bewegung nicht die genügende Elastizität entgegenzusetzen imstande sein würde, und es unzweifelhaft zum Bruch der Wurzel kommen würde, wurden die Wurzeln nach vielen Mißerfolgen in Weichmetall befestigt, und außerdem, um eine größere Haltbarkeit im Metall zu haben, quer durch die Wurzel ein Eisenstift einzementiert und im Metall verankert. Da beim Gießen des Metalls, das doch immerhin einen Schmelzpunkt von cirka 80 Grad besitzt, Schrumpfungs-Vorgänge an der Wurzel, wahrscheinlich durch Wasserentziehung, beobachtet wurden, bewahrte ich die Wurzeln dauernd im Wasser auf, auch schon aus dem Grunde, um den Mundverhältnissen auf diese Weise möglichst nahezukommen. Eine weitere Schwierigkeit bestand darin, den Zug bei der Zugbelastung auch wirklich vertikal wirken zu lassen, da schon bei der geringsten Abweichung von der Senkrechten falsche Ergebnisse die Folge waren. Um diese Fehlerquellen auf ein Minimum zu reduzieren, wurden sämtliche Versuche sechs Mal ausgeführt. Man sieht also, daß bei den leider nicht ganz auszuschaltenden Fehlerquellen keine absoluten Ergebnisse erwartet werden können, sondern nur Vergleiche zwischen den einzelnen Formen der Stifte, was m. E. kein Manko sein sollte.



Versuchs-Anordnung II.

Nach dem Einzementieren saßen die Stifte teilweise so fest im Kanal, daß die einfache Zugkraft nicht genügte, diese Stifte aus dem Kanal zu extrahieren. In diesem Falle nahm ich einen Apparat zu

Hilfe, der durch den sogenannten Dauerschlag versuchte, den Zement zu zertrümmern und auf diese Weise das Extrahieren zu erleichtern. Unter Dauerschlag versteht man die ununterbrochene Einwirkung schlagender Kräfte auf irgend ein Medium, in diesem Falle also auf die Stifte. Auf der Achse einer Scheibe, die durch einen Treibriemen mit einem Motor, dessen Umdrehungszahl errechnet wurde, verbunden ist, ist eine Nocke befestigt, die beim Rotieren der Scheibe regelmäßig gegen den fest eingeklemmten Wurzelstift schlägt und so allmählich den Zement, mit dem der Stift im Kanal befestigt ist, zertrümmert und den Stift lockert. Ich ließ die Nocke eine Minute lang, d. h. 208 Schläge, gegen den Stift schlagen und stellte dann wieder Extraktions-Versuche mit der oben beschriebenen Dezimal-Waage an. Hier spielt eine große Rolle der aus dem Wurzel-Kanal herausragende Teil des Stiftes, denn nach den Hebelgesetzen ist desto weniger Kraft nötig, je geringer der Längen-Unterschied zwischen den beiden Hebelarmen ist. In diesem Falle wird der eine Hebelarm dargestellt durch den in der Wurzel befindlichen Teil des Stiftes, der andere durch den aus der Wurzel herausragenden Teil.



Nun zu den Versuchen selbst.

Zuerst wurde versucht, die nicht einzementierten Stifte zu extrahieren. Die Kanäle waren so präpariert, daß die Stifte gerade hineinpaßten, ohne sich besonders stark zu klemmen. Bei den Stiften mit Gewinde ergaben sich folgende Werte:

87 g	90 g	
95 g	90 g	
98 g	80 g	**Durchschnitt 88,5 g**
70 g	81 g	
108 g	86 g	

Bei den runden glatten Stiften:

15 g	13 g	
15 g	13 g	
17 g	15 g	**Durchschnitt 14,8 g**
16 g	15 g	
14 g	15 g	

Bei den gerillten Stiften:

15 g	14 g	
16 g	15 g	
14 g	15 g	**Durchschnitt 15,1 g**
17 g	15 g	
15 g	15 g	

Bei den Stiften mit Ausbuchtungen:

28 g	28 g	
29 g	28 g	
31 g	28 g	**Durchschnitt 28,0 g**
27 g	29 g	
25 g	29 g	

Bei den eckigen glatten Stiften:

14 g	15 g	
16 g	14 g	
13 g	15 g	**Durchschnitt 14,9 g**
15 g	16 g	
15 g	16 g	

Schon aus diesen Versuchen ist ersichtlich, daß nicht alle Stifte gleich fest im Wurzel-Kanal sitzen. Allerdings sind diese Ergebnisse mit Vorsicht anzunehmen, da man unmöglich imstande sein kann, alle Wurzelkanäle ganz genau gleich weit zu präparieren.

Die nächsten Versuche wurden sämtlich an Stiften durchgeführt, die in den Wurzelkanälen einzementiert waren. Als Befestigungsmittel benutzte ich Havard-Zement auf Anregung von Schrader, der seine Versuche mit Drala-, Havard- und Silicophosphat-Zementen gemacht hat:

> „Der Drala-Zement zeigt eine größere Widerstandskraft, wie aus den höheren Werten hervorgeht, als die anderen hier gebrauchten Zemente. Es ist jedoch zu bedenken, da man nicht solange warten kann, bis der Abbindungs-Prozeß im Munde beendet ist, da dieser Vorgang immerhin eine halbe Stunde in Anspruch nimmt, und ob hier nicht der Harvard-Zement praktischer wäre, weil bei ihm die

Abbindung, je nach Konsistenz, nur 5—10 Minuten dauert, und die Festigkeits-Werte liegen nicht viel unter denen des Drala-Zementes. Daß bis zur vollendeten Abbindung kein Speichel hinzutritt, ist eines der wesentlichsten Momente für eine einwandfreie Arbeit. Für die Möglichkeit des ungestörten Härtungs-Prozesses sind die Verhältnisse im Munde ja leider nicht besonders günstig. So müssen doch das Erreichbare und die Mittel, die dazu verhelfen, eine dringende Forderung sein. Die Werte des Silicophosphat-Zementes liegen im allgemeinen doch wesentlich unter denen der vorgenannten Zemente und kommt ihnen deswegen eine praktische Bedeutung kaum zu, da hier auch andere Vorteile, wie schnelles Abbinden und Härten nicht vorhanden sind."

Schrader, der dasselbe Thema, nur auf Kronen angewandt behandelte, schreibt:

„nach Dr. Abraham setzt sich die Härtung des Zementes aus zwei Prozessen, dem physikalischen oder Abbindungs- und dem chemischen oder Durchhärtungs-Prozeß zusammen. Bei dem physikalischen Erstarrungs-Vorgang wird die intermolekulare Flüssigkeit benutzt, um nach Art der Mörtel-Vorgänge die Plastizität zu beenden und das starre krystallinische Gefüge entstehen zu lassen. Selbstverständlich muß der Speichel bis zur Erstarrung völlig ausgeschaltet werden, da sonst die Krystallisation unterbrochen wird. Der zweite viel langsamer vorsichgehende chemische Vorgang spielt sich im Innern der Zemente ab. Es bilden sich komplexe Verbindungen zwischen der Phosphor-Säure, der Flüssigkeit und ihren Salzen einerseits, und den Alumosilikaten des Pulvers andererseits. Nach der ordentlichen Durchhärtung ist das Phosphat gegen Wasser, verdünnte Alkalien und verdünnte Säure, also auch gegen den Mundspeichel immun. Es scheint, als ob hier die meisten Fehler bei der chemisch-mechanischen Verankerung in praxi begangen werden. Es konnte bei allen drei Zementarten festgestellt werden, daß Abbindungs- und Härtungs-Prozeß nicht identisch sind."

Auf diese Ergebnisse hin führte ich die folgenden Versuche nur an Stiften durch, die vor cirka 20 Stunden einzementiert und den Mundverhältnissen entsprechend, nach dem Abbinden des Zementes in Wasser gelegt waren.

Erste Versuchsreihe.

Beim ersten Versuch wurden die Stifte in engen Wurzel-Kanälen einzementiert, d. h. die Kanäle waren so weit, daß die Stifte gerade hineinpaßten, ohne sich besonders stark zu klemmen. Die Länge der Stifte bei den ersten Versuchen beträgt 1,0 Zentimeter.

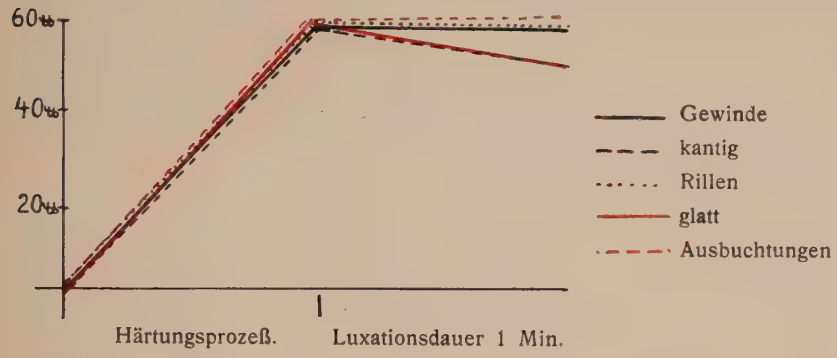
Die Ergebnisse

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Durchmesser der Kanäle	Extraktion	Luxations-dauer	Extraktion nach Luxation
Gewinde	1,66 mm	1,67 mm	bis 60 ℔ fest	1 Min.	bis 60 ℔ fest
Rillen	1,85 „	1,86 „	— „ —	— „ —	— „ —
glatt	1,52 „	1,53 „	— „ —	— „ —	bei 50 ℔
Ausbuchtungen	1,68 „	1,69 „	— „ —	— „ —	bis 60 ℔ fest
kantig	1,55 „	1,56 „	— „ —	— „ —	52 ℔

zeigen uns, daß die Verbindung zwischen Kanalwand und Stift durch den hereingebrachten, ungestört abgebundenen und erhärteten Zement so gut war, daß es bis zu einer Belastung von 60 Pfund nicht gelang, einen der fünf Stifte zu extrahieren. Die Belastung von 60 Pfund stellt das Maximum der Kraft dar, die ich aufwenden konnte, da bei einer höheren Belastung die Klemmschraube, die den Stift hält, so stark angezogen werden mußte, um ein Abrutschen vom Wurzelstift zu vermeiden, so daß der Stift zerquetscht wurde und fernerhin ein Einklemmen unmöglich machte. Da bei dieser senkrecht wirkenden Kraft bis zu 60 Pfund kein Erfolg zu erzielen war, versuchte ich den Zement im Wurzelkanal zu zertrümmern, um auf diese Weise ein Extrahieren des Stiftes zu ermöglichen. Dazu bediente ich mich des oben beschriebenen Apparates. Nachdem die Nocke 208 Mal gegen den Stift geschlagen hatte, d. h. eine Minute lang, stellte ich wiederum Extraktions-Versuche an. Doch auch diese verliefen nicht alle positiv. Unterschiede waren jedoch schon festzustellen, wie die Tabelle anschaulich zu machen versucht.

Länger als eine Minute konnte ich die Nocke nicht wirken lassen, um ein Verbiegen, bezw. Abbrechen der Stifte, das sie für die Versuche untauglich machen würde, zu vermeiden. Immerhin sieht man schon nach dieser relativ kurzen Bearbeitung Unterschiede in Bezug auf Haltbarkeit der Stifte in den Kanälen. Während die Stifte mit den Rillen, Gewinde und Ausbuchtungen bei 208 Schlägen noch keinerlei Anzeichen von Lockerung haben, sich also als sehr haltbar erweisen, waren bei den glatten runden und eckigen Stiften die Extraktions-Versuche von Erfolg gekrönt, derart, daß sie schon bei 50 bezw. 52 Pfund aus dem Kanal zu entfernen waren. Aus diesem Versuch geht also schon hervor, daß die glatten Stifte denen mit irgendwie gearteten Verankerungen bedeutend

unterlegen waren, was Widerstandskraft bei Zug anbelangt. Bei den Stiften mit Gewinde, Rillen und Ausbuchtungen ist noch kein Unterschied festzustellen, da sie bis zu einer Belastung von 60 Pfund nur negative Ergebnisse zeigen.



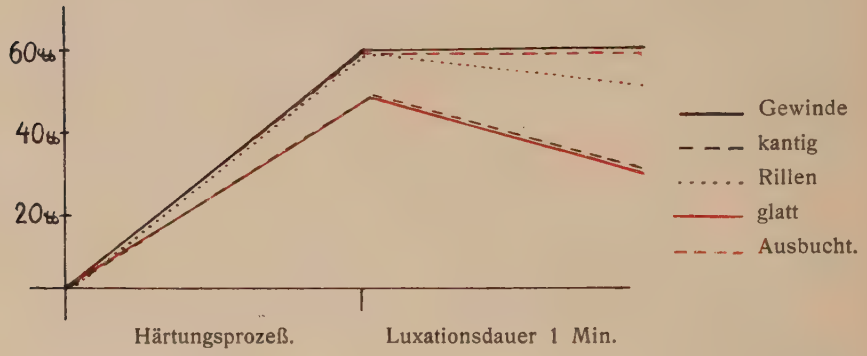
Zweite Versuchsreihe.

Wurde der erste Versuch in Kanälen ausgeführt, deren Durchmesser höchstens 1 mm größer als der der Stifte war, so präparierte ich beim nächsten Versuch Kanäle, deren Durchmesser den der Stifte bedeutend übertraf. Ich stellte diesen Versuch an, um zu erfahren, ob das Verhältnis der Durchmesser der Stifte und der Kanäle zueinander einen Einfluß auf die Haltbarkeit hat. Die Ergebnisse beweisen mir, daß ein zu großer Unterschied der beiden Durchmesser bei einem Stiftzahn unbedingt als falsch angesehen werden muß, und es nicht Wunder zu nehmen braucht, wenn sich der Zahn im Laufe der Zeit aus seiner Befestigung löst.

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Durchmesser der Kanäle	Extraktion	Luxationsdauer	Extraktion nach Luxation
Gewinde	1,76 mm	2,5 mm	bis 60 ℔ fest	1 Min.	bis 60 ℔ fest
Rillen	1,66 „	2,5 „	— „ —	— „ —	55 ℔
glatt	1,50 „	2,5 „	50 ℔	— „ —	30 ℔
Ausbuchtungen	1,86 „	2,5 „	bis 60 ℔ fest	— „ —	bis 60 ℔ fest
kantig	1,55 „	2,5 „	50 ℔	— „ —	30 ℔

Auch bei diesem Versuch erleben wir, daß die glatten Stifte denen mit Verankerungen in Bezug auf Widerstandsfähigkeit gegen Zug weit unterlegen sind. Denn vor der Luxation sind nur die glatten Stifte, allerdings auch erst bei ziemlich hoher Belastung, zu

extrahieren, während die drei Stifte mit den Verankerungen selbst bei Belastung bis zu 60 Pfund noch keinerlei Wirkung zeigen und fest im Wurzel-Kanal sitzen bleiben. Gegenüber dem ersten Versuch ist festzustellen, daß der Zement in einem zu weiten Kanal nicht dieselbe feste Verbindung zwischen Stift und Kanalwand herstellen kann wie in einem engen Wurzelkanal. Bewiesen ist also, daß, je geringer der Zwischenraum zwischen Stift und Kanalwand ist, desto größer die Widerstandskraft gegenüber den von außen wirkenden mechanischen Kräften ist.

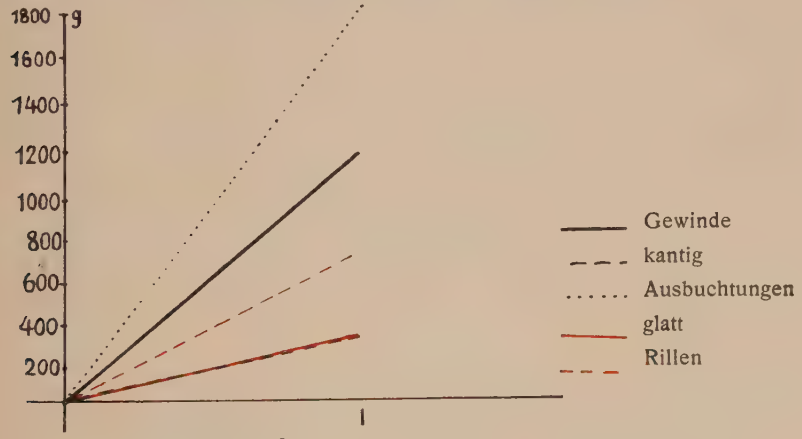


Dritte Versuchsreihe.

Beim dritten Versuch ging ich von folgenden praktischen Erfahrungen aus: Man achtet manchmal nach dem Einzementieren des Stiftzahnes nicht darauf, daß der Patient Kaubewegungen macht, bevor der Abbindungsprozeß des Zementes völlig beendet ist. Durch diese Kaubewegungen wird naturgemäß der Wurzelstift hin und her bewegt und so die Härtung des Zementes gestört und die Verbindung zwischen Zahnwand und Stift unterbrochen, oder wenigstens gestört. Dadurch kommt zwischen Stift und Kanalwand nicht die nötige Verbindung zustande, um einen festen Sitz des Stiftzahnes zu gewährleisten. Die Folge davon ist, daß der Stift im Kanal nicht fest sitzt und schaukelt, und schon bei relativ geringer Zugbelastung herausfällt. Der Versuch wurde folgendermaßen durchgeführt: In den Wurzelkanal wird Zement gepumpt, der Stift hineingesteckt und dann dauernd hin und her bewegt, bis der Härtungsprozeß des Zementes beendet ist. Da man in einem engen Wurzelkanal den Stift nicht zu luxieren vermag, wurde dieser Versuch nur an weiten Kanälen durchgeführt.

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Durchmesser der Kanäle	Extraktion	Luxations-dauer	Extraktion nach Luxation
Gewinde	1,76 mm	2,5 mm	1200 g	—	—
Rillen	1,66 „	2,5 „	700 g	—	—
glatt	1,50 „	2,5 „	250 g	—	—
Ausbuchtungen	1,86 „	2,5 „	1800 g	—	—
kantig	1,55 „	2,5 „	260 g	—	—

Durch die Ergebnisse dieses Versuches wird eindeutig bewiesen, daß durch die dauernde Luxationsbewegung während des Erhärtens des Zementes die Widerstandsfähigkeit gegen Zug ganz gewaltig leidet. Sehr wahrscheinlich ist ein hoher Prozentsatz der Mißerfolge bei Stiftzähnen durch diese mangelhafte Einzementierung zu erklären. Auch bei diesem Versuch sieht man wieder, daß die glatten Stifte denen mit Verankerung nicht als ebenbürtig an die Seite gestellt werden dürfen. Doch auch die in den vorher angestellten Versuchen sich sehr gut bewährten Stifte konnten diesen Luxationsbewegungen nicht den genügend großen Widerstand entgegensetzen, denn sie wurden schon bei relativ geringer Belastung aus dem Kanal extrahiert. Als der am meisten geeignete Stift entpuppt sich der mit den tellerförmigen Ausbuchtungen.



Härtungsprozeß.

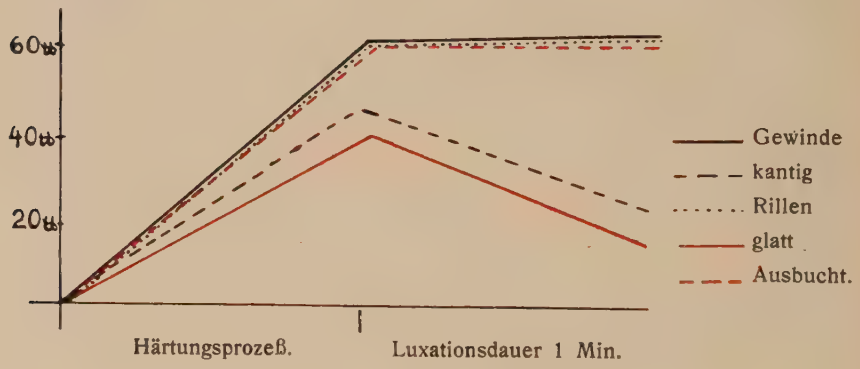
Vierte Versuchsreihe.

Bei den bisher angestellten Versuchen wurden Stifte verwendet, an deren oberen Ende kleine Scheiben befestigt waren, die nach dem Einzementieren auf dem Wurzelstumpf ruhten. Dadurch, daß die

Scheiben direkt auf dem Wurzelstumpf lagen, erhielt der Stift eine bedeutend größere Festigkeit und war etwaigen Luxationsversuchen viel schwerer zugänglich. In den folgenden Versuchen wurden Stifte ohne diese Scheiben verwendet, zuerst in engen Wurzelkanälen.

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Durchmesser der Kanäle	Extraktion	Luxationsdauer	Extraktion nach Luxation
Gewinde	1,76 mm	1,77 mm	bis 60 ℔ fest	1 Min.	bis 60 ℔ fest
Rillen	1,66 „	1,67 „	— „ —	— „ —	— „ —
glatt	1,86 „	1,87 „	40 ℔	— „ —	20 ℔
Ausbuchtungen	1,50 „	1,51 „	bis 60 ℔ fest	— „ —	bis 60 ℔ fest
kantig	1,55 „	1,56 „	44 ℔	— „ —	25 ℔

Betrachtet man obige Tabelle, so kann man auch in diesem Versuch dasselbe wie in den vorhergegangenen konstatieren, nämlich die Unterlegenheit der glatten Stifte den anderen gegenüber. Vergleicht man die Ergebnisse der ersten und der vierten Versuchsreihe, so kommt man zu dem Resultat, daß es für die Haltbarkeit eines Stiftes besser ist, wenn er durch eine wagerecht angelötete Scheibe gestützt wird, da er dann für Luxations-Versuche weniger empfänglich ist. Denn während man vor dem Dauerschlag durch die Nocke noch keinen wesentlichen Unterschied in Bezug auf Haltbarkeit feststellen kann, so ist er nachher schon sehr deutlich wahrzunehmen.

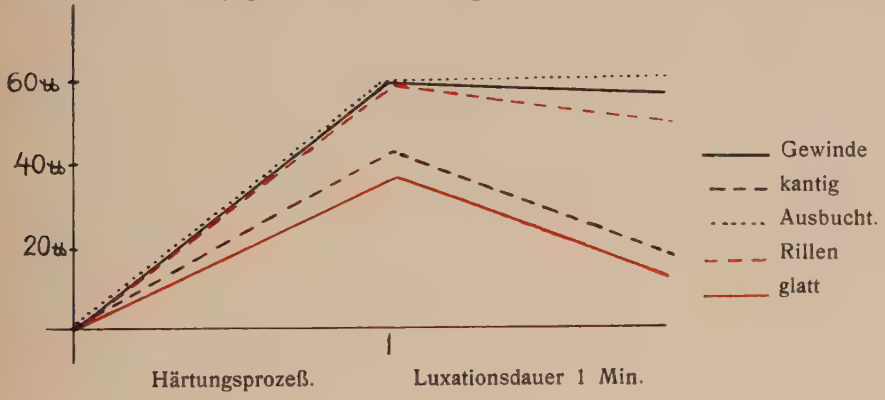


Fünfte Versuchsreihe.

Der nächste Versuch wird wieder in weiten Wurzelkanälen durchgeführt. Bei den Wurzelstiften fehlen auch diesmal die Scheiben.

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Durchmesser der Kanäle	Extraktion	Luxations-dauer	Extraktion nach Luxation
Gewinde	1,76 mm	2,5 mm	bis 60 ℔ fest	1 Min.	58 ℔
Rillen	1,66 „	2,5 „	— „ —	— „ —	50 ℔
glatt	1,86 „	2,5 „	38 ℔	— „ —	14 ℔
Ausbuchtungen	1,50 „	2,5 „	bis 60 ℔ fest	— „ —	bis 60 ℔ fest
kantig	1,55 „	2,5 „	40 ℔	— „ —	17 ℔

Auch bei diesem Versuch erweist sich der Stift mit den tellerförmigen Ausbuchtungen den anderen überlegen, während die ganz glatten Stifte sich als die am wenigsten geeigneten Stifte herausstellen, also in allen bisher angestellten Versuchen dieselben Resultate. Stellt man die Ergebnisse dieser Versuchsreihe denen der zweiten Versuchsreihe gegenüber, so kann man wiederum die Feststellung machen, daß vor der Luxation sich beide Arten als gleichwertig herausstellen, nach dem Zertrümmern des Zementes durch die Luxationsbewegung aber der Stift mit der Scheibe dem Stift ohne Scheibe überlegen ist, da er der Lockerung einen größeren Widerstand entgegenzusetzen vermag.

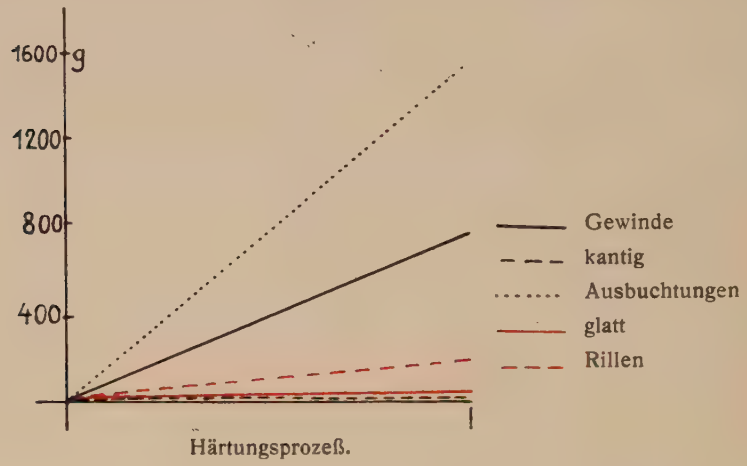


Sechste Versuchsreihe.

Dies tritt besonders kraß zutage beim nächsten Versuch, wo der Stift während des Abbindens und Härtens des Zementes bewegt wird.

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Durchmesser der Kanäle	Extraktion
Gewinde	1,76 mm	2,5 mm	700 g
Rillen	1,66 „	2,5 „	225 g
glatt	1,86 „	2,5 „	100 g
Ausbuchtungen	1,50 „	2,5 „	1500 g
kantig	1,55 „	2,5 „	90 g

An Hand der Ergebnisse dieses Versuches ist am klarsten der Vorteil zu erkennen, der dem Stift durch die wagerecht angebrachten Scheiben zuteil wird. Einen Luxationsversuch anzustellen, sah ich als überflüssig an, da die Stifte schon vorher so locker im Kanal saßen, daß sie bei sehr geringer Belastung entfernt werden konnten.



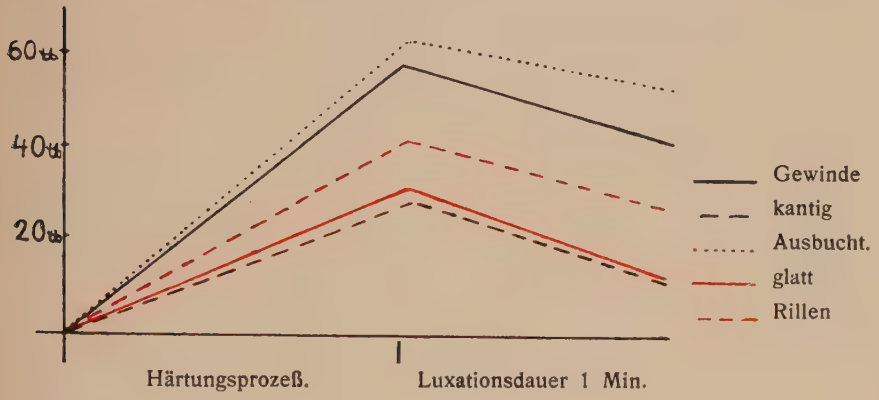
Siebte Versuchsreihe.

Wurden bisher sämtliche Versuche mit Stiften von 1,0 cm Länge durchgeführt, so kürzte ich sie in den folgenden Versuchen auf die Hälfte, also auf 0,5 cm, um einmal an Hand von Versuchen festzustellen, ob die Länge des Stiftes in Bezug auf seine Haltbarkeit im Wurzelkanal von Bedeutung ist.

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Durchmesser der Kanäle	Extraktion	Luxations-dauer	Extraktion nach Luxation
Gewinde	1,76 mm	1,77 mm	55 ℔	1 Min.	40 ℔
Rillen	1,66 „	1,67 „	40 ℔	— „ —	25 ℔
glatt	1,86 „	1,87 „	30 ℔	— „ —	12 ℔
Ausbuchtungen	1,50 „	1,51 „	bis 60 ℔ fest	— „ —	50 ℔
kantig	1,55 „	1,56 „	28 ℔	— „ —	12 ℔

Aus diesem Versuch ergibt sich also, daß die Stiftzähne mit kurzen Wurzelstiften denen mit längeren Stiften, was Haltbarkeit anbelangt, bei weitem unterlegen sind, da sie bei einer Hebel-

wirkung, wie sie beim Zusammenbeissen und Kauen von normal artikulierenden Zähnen dauernd erzeugt wird, dadurch, daß das Verhältnis der Hebelarme jetzt für den Arm im Wurzelkanal viel ungünstiger ist, den Luxationsversuchen viel zugänglicher sind, als der längere Stift. Auf diese Weise kann der Stift viel weniger Widerstand aufbieten und ist daher bedeutend leichter zu extrahieren.

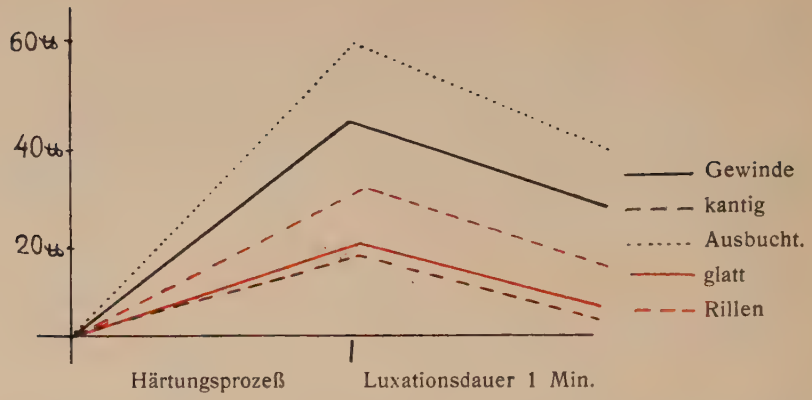


Achte Versuchsreihe.

Beim letzten Versuch probierte ich die kurzen Stifte einmal in weiten Wurzelkanälen aus.

Art der Stifte	Durchmesser der Stifte	Kanäle	Extraktion	Luxationsdauer	Extraktion nach Luxation
Gewinde	1,76 mm	2,5 mm	45 ℔	1 Min.	29 ℔
Rillen	1,66 „	2,5 „	32 ℔	— „ —	19 ℔
glatt	1,86 „	2,5 „	20 ℔	— „ —	9 ℔
Ausbuchtungen	1,50 „	2,5 „	60 ℔	— „ —	40 ℔
kantig	1,55 „	2,5 „	19 ℔	— „ —	8 ℔

Diese Ergebnisse entsprechen denen der vorher angestellten Versuche durchaus. Auch hier finden wir wieder, daß die Stifte mit den Verankerungen den Extraktions- und Luxations-Versuchen einen bedeutend größeren Widerstand entgegenzusetzen vermögen als die glatten Stifte, da diese keine Möglichkeit haben, sich im Zement festzuhalten.



Bei allen Versuchen war Vorbedingung, daß, um den Mundverhältnissen möglichst nahe zu kommen, der Zement nach dem Abbindungs-Prozeß unter Wasser in Ruhe härtete. Aus den angestellten Versuchen ersieht man, daß bei der Anfertigung von Stiftzähnen sehr viele Vorsichtsmaßregeln zu beachten sind. Hat man diese alle erfüllt, wie klinisch einwandfreie Wurzel, genügend langer und breiter Stift, gutes Anschließen des Ringes an den Wurzelstumpf, richtiges Artikulieren im Gebiß, guter Kontaktpunkt, so braucht man später keine Kritik zu scheuen. Kommen doch häufig Patienten und verlangen auf Grund der relativ hohen Kosten vom Behandler Garantie. Diese kann schwerlich gewährt werden, denn schließlich befindet sich der Zahn doch in einer lebenden Umgebung und ist daher so vielen verschiedenartigen Einflüssen unterworfen, daß man nie mit Bestimmtheit versprechen kann, wie lange sich der Zahn noch im Gebiß halten wird.

Zusammenfassung.

Vergleichen wir die Resultate der angestellten Versuche, so kommen wir zu dem Schluß, daß in allen Versuchen ziemlich klare, eindeutige Ergebnisse erzielt worden sind, insofern nämlich, daß nicht alle Arten von Wurzelstiften dieselbe Widerstandskraft gegen Zug besitzen, sondern teilweise sogar recht bedeutend von einander abweichen. So hat sich herausgestellt, daß die glatten Stifte, mögen sie rund oder eckig sein, den mit irgendwelchen Ein- oder Ausbuchtungen versehenen Stiften bedeutend unterlegen sind, und daß die Stifte, die mit kleinen Scheiben versehen sind, sich als am haltbarsten erwiesen haben. Auch ist ein anderes Moment bei der Präparation von Stiftzähnen zu berücksichtigen. Sowie die Wurzelkanäle zu weit präpariert sind, daß die Stifte darin hin- und her schaukeln können, ist die Haltbarkeit bedeutend geringer, da der in den Kanal eingeführte Zement den von außenher einwirkenden Kräften nicht den genügend starken Widerstand entgegensetzen kann, wie es in einem engen Kanal, in dem sich Stift und Kanalwand berühren, der Fall ist. Die Folge wäre also ein allmähliches Lockerwerden des Stiftzahnes, verbunden mit späterem Herausfallen. Drittens ist noch auf die Länge der Wurzelstifte Rücksicht zu nehmen. Die Versuche haben ergeben, daß ein längerer Wurzelstift bedeutend widerstandsfähiger als ein engerer ist, denn man kann sich einen Stift auch als zweiarmigen Hebel vorstellen, dessen Drehpunkt der Berührungspunkt zwischen Stift und Kappe ist. Ist der eine Hebelarm, in diesem Fall also der Wurzelstift, kürzer, so ist er mechanischen Kräften gegenüber bedeutend empfänglicher als ein längerer Hebelarm. Ein nicht zu unterschätzendes Resultat hat sich nach dem Einzementieren ergeben. Sowie man nicht darauf achtet, daß der Zement nach dem Einbringen in den Wurzelkanal ruhig und ungestört abbindet, sondern vielleicht durch evtl. Kaubewegungen den Prozeß stört, leidet die Verbindung zwischen Stift und Kanalwand, die durch den Zement hergestellt werden sollte, und damit auch die Haltbarkeit des Stiftzahnes.

Nicht versäumen möchte ich, Herrn Privatdozent Professor Dr. med. dent. H. Türkheim für die Anregung zu vorliegenden Versuchen und die mir stets gewährte Hilfe meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Schriftennachweis.

1. Abraham, Dr. A.: Das Wesen der Zahnzemente. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, Heft 14, 1927.
2. Evans, George: Kronen- und Brückenarbeiten. 1895.
3. Fritsch, C.: Kronen- und Brückenarbeiten. 1921.
4. Grawinkel, Dr.: Technik des Goldgusses. 1921.
5. Müller, Dr. Eugen: Zahnärztliche Metalltechnik. 1908.
6. Schrader, Dr. Alfred: Untersuchungen über die Stabilität der Kronenverankerung. Dissertation. 1930.

Lebenslauf.

Am 8. März 1908 bin ich als Sohn des Schiffs-Ingenieurs Hinrich Eitzen zu Hamburg geboren. Von 1914 bis 1926 besuchte ich die Realschule in Barmbeck, die Realschule am Weidenstieg und die Oberrealschule in Eimsbüttel. Am 7. September 1926 erhielt ich den Befähigungs-Nachweis zum Besuch der Hochschulen. Nach dreisemestrigem Studium der Zahnheilkunde bestand ich am 1. November 1928 das zahnärztliche Vorexamen und nach weiteren vier Semestern in München und Hamburg das zahnärztliche Staatsexamen in Hamburg am 28. Mai 1930.